

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) **RU** (11) **180 138** (13) **U1**

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ
(51) МПК
H01P 5/16 (2006.01)

(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

Статус: может прекратить свое действие (последнее изменение статуса: 27.02.2019)
Пошлина: учтена за 1 год с 26.10.2017 по 26.10.2018

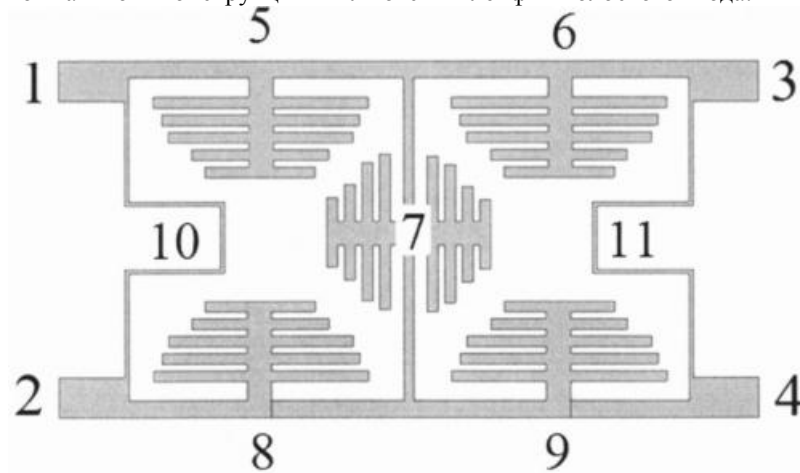
(21)(22) Заявка: **2017137548**, 26.10.2017
(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
26.10.2017
Дата регистрации:
05.06.2018
Приоритет(ы):
(22) Дата подачи заявки: **26.10.2017**
(45) Опубликовано: **05.06.2018** Бюл. № **16**
(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: **RU 2046469 C1, 20.10.1995. UA 85478**
U, 25.11.2013. RU 156598 U1, 10.11.2015. RU
139965 U1, 27.04.2014. US 7088201 B2,
08.08.2006.
Адрес для переписки:
620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19,
УРФУ, Центр интеллектуальной
собственности, Маркс Т.В.

(72) Автор(ы):
Летавин Денис Александрович (RU)
(73) Патентообладатель(и):
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего
образования "Уральский федеральный
университет имени первого Президента
России Б.Н. Ельцина" (RU)

(54) КОМПАКТНЫЙ ТРЕХШЛЕЙФНЫЙ НАПРАВЛЕННЫЙ ОТВЕТВИТЕЛЬ**(57) Реферат:**

Полезная модель относится к области радиотехники, а именно к технике сверхвысоких частот и направлена на уменьшение габаритных размеров направленных ответвителей. Техническим результатом, достигаемым при реализации полезной модели, является уменьшение длин сегментов линий передачи в составе направленного ответвителя. Компактный трехшлейфный направленный ответвитель, характеризующийся тем, что содержит четыре входные линии передачи с волновым сопротивлением, пять искусственных линий передачи, две микрополосковые линии передачи, где первый вход пятой искусственной линии передачи соединен с первым входом устройства и первым входом десятого четвертьволнового отрезка линии передачи, второй вход пятой искусственной линии передачи соединен с первым входом шестой и седьмой искусственной линии передачи, второй вход шестой искусственной линии передачи соединен с третьим входом устройства и первым входом одиннадцатого четвертьволнового отрезка линии передачи, второй вход одиннадцатого четвертьволнового отрезка линии передачи соединен с четвертым входом устройства и первым входом девятой искусственной линии передачи, второй вход девятой искусственной линии передачи соединен со вторым входом седьмой и восьмой искусственной линии передачи, второй вход восьмой искусственной линии передачи соединен со вторым входом устройства и вторым входом десятого четвертьволнового отрезка линии передачи. Предпочтительным для реализации

компактной конструкции являются шлейфы холостого хода. 2 з.п. ф-лы; 3 ил.



Фиг. 1

Полезная модель относится к технике СВЧ и может быть использована в радиотехнических устройствах различного назначения, например, радиолокации, радионавигации, связи, антенных системах, а также в качестве функционального узла для построения делителей мощности, фазовращателей, смесителей, модуляторов, дискриминаторов, сумматоров мощности.

В настоящий момент широкую известность получила конструкция квадратурного направленного ответвителя, выполненная в виде двух одинаковых отрезков линии передачи, например, коаксиального кабеля, длиной в $1/8$ длины волны в линии и содержащего две сосредоточенные емкости связи, которые включены на концах отрезков между потенциальными проводниками линий («Устройства сложения и распределения мощностей высокочастотных колебаний.» Под ред. З.И. Моделя. Изд. "Советское радио", М. 1980. С. 86-87, рис. 6.6). Недостатками данного технического решения являются: узкая полоса рабочих частот и большой габаритный размер.

Другая часто используемая конструкция представляет собой квадратурный направленный ответвитель на элементах с сосредоточенными параметрами. Ответвитель представляет собой симметричный восьмиполосник, состоящий из фильтров верхних частот ("Широкополосные устройства СВЧ на элементах с сосредоточенными параметрами" Карпов В.М., Малышев В.А., Перевошиков И.В. - М: "Радио и связь", 1984. с. 67-72, рис. 5.5). При широкой полосе рабочих частот данный ответвитель содержит большое количество элементов, а, следовательно, имеет большие габаритные размеры, низкую надежность и повторяемость при серийном производстве, высокую стоимость, сложен в изготовлении и настройке.

Известен также микрополосковый трехшлейфный направленный ответвитель, который содержит диэлектрическую подложку, одна поверхность которой металлизирована, а на другой две микрополосковые линии передачи, центральную структуру и симметрично относительно центральной структуры расположенные боковые структуры на расстоянии в четверть длины волны друг от друга, причем каждая структура выполнена в виде четвертьволнового отрезка линии передачи, соединенного с обеими линиями передачи. (Малорацкий Л.Г. Явич Л.Р. Проектирование и расчет СВЧ элементов на полосковых линиях- М.: Сов. Радио, 1972 -186 с.). Устройство обеспечивает прохождение сигнала с входа основной линии на выход и ответвление части мощности на второй выход, благодаря структурам, соединяющим линии передачи, и электромагнитной связи между линиями передачи. Фазовый сдвиг напряжений на выходах такого ответвителя составляет 90° . Недостатками указанного микрополоскового трехшлейфного направленного ответвителя являются: значительная площадь подложки не используемая полезно (в виде двух квадратов со сторонами в четверть длины волны), особенно на низких частотах, а также паразитные полосы пропускания на соседних частотах.

Полезная модель направлена на уменьшение габаритных размеров трехшлейфного направленного ответвителя.

Техническим результатом, достигаемым при реализации полезной модели, является уменьшение длин сегментов линий передачи в составе направленного ответвителя.

Технический результат достигается за счет того, что компактный трехшлейфный направленный ответвитель содержит четыре входные линии передачи с волновым сопротивлением R_1 , пять искусственных линий передачи, две микрополосковые линии передачи, пятая, шестая, восьмая, девятая искусственные линии передачи с входными сопротивлениями $R_3 = R_1 \cdot k$ и фазой коэффициента передачи 90° на центральной рабочей частоте, седьмая искусственная линия передачи с входным сопротивлением

$$R_4 = R_1 \cdot \sqrt{k+1}/2$$

и фазой коэффициента передачи 90° на центральной рабочей частоте, десятую и одиннадцатую четвертьволновые

микрополосковые линии передачи с входными сопротивлениями

$R_2 = R_1 / (\sqrt{k+1} - \sqrt{k})$, подключенные друг к другу через тройники, где

$k = \sqrt{P_{\text{отв}} / P_{\text{вх}}}$, $P_{\text{отв}}$ - мощность, ответвленная в один из входов, $P_{\text{вх}}$ - мощность,

подаваемая на вход направленного ответвителя, где первый вход пятой искусственной линии передачи соединен с первым входом устройства и первым входом десятого четвертьволнового отрезка линии передачи, второй вход пятой искусственной линии передачи соединен с первым входом шестой и седьмой искусственной линии передачи, второй вход шестой искусственной линии передачи соединен с третьим входом устройства и первым входом одиннадцатого четвертьволнового отрезка линии передачи, второй вход одиннадцатого четвертьволнового отрезка линии передачи соединен с четвертым входом устройства и первым входом девятой искусственной линии передачи, второй вход девятой искусственной линии передачи соединен со вторым входом седьмой и восьмой искусственной линии передачи, второй вход восьмой искусственной линии передачи соединен со вторым входом устройства и вторым входом десятого четвертьволнового отрезка линии передачи.

Искусственная линия передачи, имеющая в необходимой полосе частот фазочастотную характеристику, совпадающую с фазочастотной характеристикой линии передачи, обладает меньшей длиной по сравнению с ней. Таким образом, использование искусственной линии передачи вместо отрезков линий передачи позволяет уменьшить габаритные размеры устройства.

Сущность изобретения поясняется фигурами, на которых изображено:

- на фиг.1 - вариант топологии предлагаемого микрополоскового трехшлейфного направленного ответвителя, реализованного на подложке с относительной диэлектрической проницаемостью, равной 4.4, и толщиной 1 мм; вид сверху, где 1, 2, 3, 4 - входы ответвителя, 5-9 - искусственные линии передачи, 10-11 - изогнутым линиям передачи в виде меандра.

- на фиг. 2 - графики зависимости модулей S-параметров от частоты, выраженных в децибелах;

- на фиг. 3 - график частотной зависимости разности фаз между связанным и основным выходами ответвителя.

Микрополосковый трехшлейфный направленный ответвитель имеет четыре 50-омных входных линии передачи, состоит из пяти искусственных линий передачи в микрополосковом исполнении, подключенных друг к другу, с помощью тройников между входами 1 и 2, 1 и 3, 3 и 4, 2 и 4 (см. фиг. 1).

Микрополосковый трехшлейфный направленный ответвитель работает следующим образом.

Поступающая на вход 1 мощность высокочастотного сигнала (например, с рабочей частотой 1.8 ГГц) по искусственным линиям передачи 5-9 частично и изогнутым линиям передачи 10-11 поступает в плечо 2, частично (благодаря соединяющим изогнутым линиям передачи в виде меандра и искусственным линиям передачи) ответвляется в плечо 4. Полученные результаты в результате исследования опытного образца, можно наглядно увидеть на фиг. 2, 3. Подобная реализация, представленная на фиг. 1, предлагаемого ответвителя обеспечивает равное деление мощности, а плечо 3 оказывается электрически развязанным в рабочем диапазоне частот, за счет использования искусственной линии, обеспечивающей фазовый сдвиг 90 градусов. Также данная топология позволяет получить разность фаз в 90 градусов на центральной частоте, как это можно видеть на фиг. 3. Ввиду симметрии предлагаемого устройства, аналогичное рассуждение справедливо при подаче мощности в любое другое плечо.

Для ответвителя, который делит мощность поровну между двумя выходами: $P_{\text{отв}} = 0,5$ Вт, $P_{\text{вх}} = 1$ Вт, тогда $k = \sqrt{P_{\text{отв}} / P_{\text{вх}}} = \sqrt{0,5 / 1} \cong 0,707$, для стандартного волнового сопротивления $R_1 = 50$ Ом входные сопротивления будут равны

$R_2 = R_1 / (\sqrt{k+1} - \sqrt{k}) = 50 / (\sqrt{0,707+1} - \sqrt{0,707}) \cong 110$ Ом $R_3 = R_1 \cdot k = 50 \cdot 0,707 = 35,35$ Ом и $R_4 = R_1 \cdot \sqrt{k+1} / 2 = 50 \cdot \sqrt{0,707+1} / 2 \cong 33$ Ом.

В качестве дополнительного преимущества предлагаемый ответвитель не имеет паразитных полос пропускания на частотах, кратных центральной частоте рабочего диапазона. Применение искусственных линий передачи вместо отрезков линии передачи позволяет осуществить эффективную миниатюризацию конструкции.

Для подтверждения реализуемости выбранного технического решения, был изготовлен опытный образец полезной модели микрополоскового трехшлейфного направленного ответвителя со следующими техническими характеристиками:

- коэффициент стоячей волны по напряжению (КСВН) входов ответвителя не более 1, 2;
- амплитудный разбаланс между основным и связанным каналами ответвителя не превышает 0,8 дБ, в соответствии с данными на фиг. 2;
- разность фаз между основным и связанным каналами отличается от 90° не более чем на $\pm 3^\circ$, что показано на фиг. 3.

Занимаемая площадь подложки не больше, чем у стандартного двухшлейфного моста, работающего на такую же центральную рабочую частоту. Площадь компактного трехшлейфного ответвителя составляет 427 мм^2 , что на 67,5% меньше площади, занимаемой стандартной конструкцией ответвителя.

Формула полезной модели

1. Компактный трехшлейфный направленный ответвитель, характеризующийся тем, что содержит четыре входные линии передачи с волновым сопротивлением R_1 , пять искусственных линий передачи, две микрополосковые линии передачи, пятая, шестая, восьмая, девятая искусственные линии передачи с входными сопротивлениями $R_3 = R_1 \cdot k$ и фазой коэффициента передачи 90° на центральной рабочей частоте, седьмая искусственная линия передачи с входным сопротивлением $R_4 = R_1 \cdot \sqrt{k+1}/2$ и фазой коэффициента передачи 90° на центральной рабочей частоте, десятую и одиннадцатую четвертьволновые микрополосковые линии передачи с входными сопротивлениями $R_2 = R_1 / (\sqrt{k+1} - \sqrt{k})$, подключенные друг к

другу через тройники, где $k = \sqrt{P_{\text{отв}} / P_{\text{вх}}}$, $P_{\text{отв}}$ - мощность, ответвленная в один из

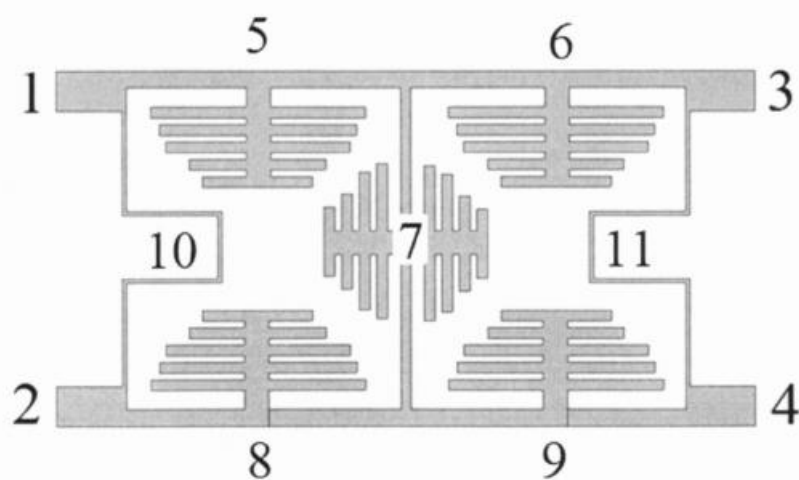
входов, $P_{\text{вх}}$ - мощность, подаваемая на вход направленного ответвителя, где первый вход пятой искусственной линии передачи соединен с первым входом устройства и первым входом десятого четвертьволнового отрезка линии передачи, второй вход пятой искусственной линии передачи соединен с первым входом шестой и седьмой искусственной линии передачи, второй вход шестой искусственной линии передачи соединен с третьим входом устройства и первым входом одиннадцатого четвертьволнового отрезка линии передачи, второй вход одиннадцатого четвертьволнового отрезка линии передачи соединен с четвертым входом устройства и первым входом девятой искусственной линии передачи, второй вход девятой искусственной линии передачи соединен со вторым входом седьмой и восьмой искусственной линии передачи, второй вход восьмой искусственной линии передачи соединен со вторым входом устройства и вторым входом десятого четвертьволнового отрезка линии передачи.

2. Компактный трехшлейфный направленный ответвитель по п. 1, отличающийся тем, что все искусственные линии передачи состоят из микрополосковой линии и подключенных к ней шлейфов холостого хода.

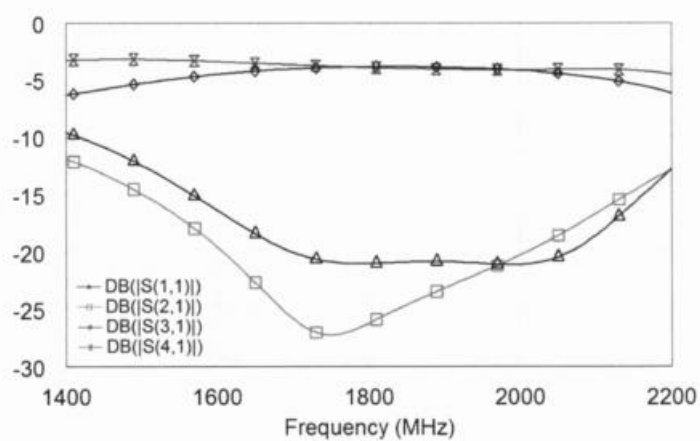
3. Компактный трехшлейфный направленный ответвитель по п. 1, отличающийся тем, что все искусственные линии передачи состоят из микрополосковой линии и подключенных к ней шлейфов короткого замыкания.

1

КОМПАКТНЫЙ ТРЕХШЛЕЙФНЫЙ НАПРАВЛЕННЫЙ ОТВЕТВИТЕЛЬ



Фиг. 1

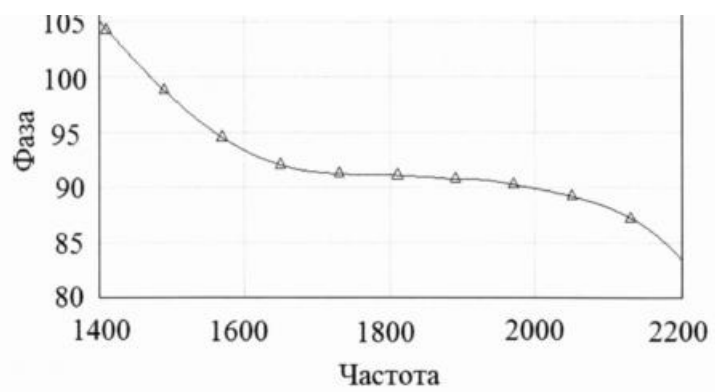


Фиг. 2

2

КОМПАКТНЫЙ ТРЕХШЛЕЙФНЫЙ НАПРАВЛЕННЫЙ ОТВЕТВИТЕЛЬ





Фиг. 3